



(19)

(11) Publication number: **11**

Generated Document.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN(21) Application number: **08211913**(51) Intl. Cl.: **H01L 23/373 H01L 23/40**(22) Application date: **23.07.96**

(30) Priority:	(71) Applicant: TONEN CORP
(43) Date of application publication: 13.02.98	(72) Inventor: TSUSHIMA EIKI TAKAYASU JUN IZUMI TAKAYUKI KAWAMURA NORIAKI
(84) Designated contracting states:	(74) Representative:

**(54) HEAT SINK MATERIAL
AND BONDING METHOD
OF THE MATERIAL TO
SEMICONDUCTOR**

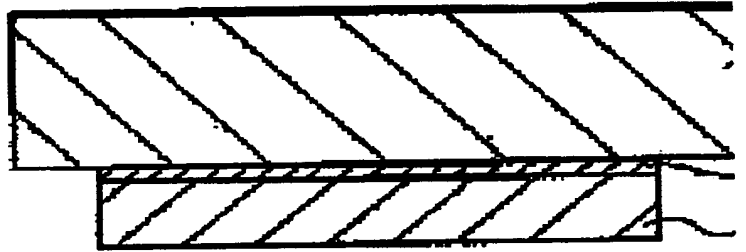
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To form a reliable bonding layer without voids, even if it is thin by forming a heat skin material of a porous material.

SOLUTION: A heat sink material is formed of a porous material. A hole in the heat sink material 1 is filled with a high molecular bonding agent so as to form a thin bonding layer 2 of thickness of at most 10 μ m between the heat sink material 1 and a semiconductor 3 for bonding the heat sink material 1 onto the semiconductor 3. Through these processes, even if the junction part is thickly coated with a resin, any surplus bonding agent enters the hole of the porous material, thereby enabling a thin bonding layer 2 to be

formed. As a result the thermal conductivity in the thickness direction can be sufficiently increased for satisfactorily radiating the heat by the semiconductor 3 using the heat sink material 1. Furthermore, anchor effect is demonstrated by filling the hole of the heat sink material 1 with a part of high-molecular bonding agent thereby enabling the bonding strength between the heat sink material 1 and the semiconductor 3 to be increased.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開 号

特開平10-41444

(43)公開日 平成10年(1998) 2月13日

(51)Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L	23/373		H 0 1 L	M
	23/40		23/36	
			23/40	F

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 5 頁)

(21)出願番号	特願平8-211913	(71)出願人	390022998 東燃株式会社 東京都渋谷区広尾一丁目1番39号 恵比寿 プライムスクエアタワー
(22)出願日	平成8年(1996) 7月23日	(72)発明者	津島 栄樹 埼玉県入間郡大井町西鶴ヶ岡1丁目3番1 号 東燃株式会社総合研究所内
		(72)発明者	高安 潤 埼玉県入間郡大井町西鶴ヶ岡1丁目3番1 号 東燃株式会社総合研究所内
		(74)代理人	弁理士 河備 健二 (外2名)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ヒートシンク材及び本ヒートシンク材と半導体との接着方法

(57)【要約】

【課題】 半導体用のヒートシンク材において、薄い接着層でありながら、ボイドなどが入らない確実な接着層を形成し得るヒートシンク材及びその接着層を形成する接着方法を提供すること。

【解決手段】 ヒートシンクの材質を多孔質材料からなるものとする。また、半導体とヒートシンク材とを接着するに際し、高分子接着剤を上記ヒートシンク材の空孔に含浸させて、10 μ m以下の薄い接着層を形成させる接着方法。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体用のヒートシンク材において、多孔質材料からなることを特徴とするヒートシンク材。

【請求項2】 半導体とヒートシンク材とを接着するに当たり、高分子接着剤を請求項1記載のヒートシンク材の空孔に含浸させて、 $10\mu\text{m}$ 以下の薄い接着層を形成させることを特徴とする接着方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ヒートシンク材及び本ヒートシンク材と半導体との接着方法に関するものであって、特にコンピュータ等に使用される集積回路（MPU、CPU、DRAM等）及びパワートランジスタ等のパワーデバイスとして使用される半導体素子等の発熱による温度上昇を防ぐために、それらの面に接着して用いられているヒートシンク材及び本ヒートシンク材と半導体との接着方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、コンピュータの高性能化、特に高速化が著しい。これらは主に、MPUと呼ばれる半導体集積回路の周波数の高周波数化による処理高速の向上によるものであるが、これらの高周波数化に伴い、半導体素子からの発熱が増大し、その放熱が重要な問題となってきた。半導体素子の発熱による温度上昇が問題になると、半導体素子をプラスチック等で封止したパッケージの外面にアルミニウム等の放熱フィンを接着したり、パッケージの外面を冷却ファンで気流を流して冷却する方法がとれてきた。ただ、この方法では、放熱冷却は熱伝導率の低いセラミックスあるいはプラスチック等のパッケージ封止層を介して行われるので、放熱冷却の効率が悪く、また放熱フィンあるいは冷却ファン等のとりつけが必要で、全体の容積、重量が大きくなってしまふという問題点があった。

【0003】更に、集積度が大きくなり、あるいは高速処理、高出力になって、素子の発熱による温度上昇が大きくなってくると、半導体素子の裏面に、熱伝導率の高いヒートシンク板（放熱板、放熱窓などと呼ぶ）を接着し、ヒートシンク板の一面がパッケージの外側に露出するように封止して、この面から放熱冷却するような工夫がなされる。この場合のヒートシンク材付半導体パッケージの断面は例えば図2で示される。図2において、4はヒートシンク板を、5は半導体（シリコンチップ）を、6はセラミックス封止体を、7はボンディングワイヤーを、8は（入出力）端子を、それぞれ示す。

【0004】この場合のヒートシンク板は、厚さ 1mm 前後（ $0.5\sim 2\text{mm}$ ）、広さ数 cm 角の熱伝導率が十分大きい薄板であるが、それ自体十分な強度を有し、気密性があることが必要で、更にそれはシリコン等の半導体材料と十分熱抵抗の小さい層を介して接着できること、また接着時あるいは使用時に半導体及びセラミック

ス等の封止材との接着面に温度変化により熱応力が発生して、剥がれ、素子不良などを生じることが全くないことが重要である。

【0005】従って、従来から金属、セラミックス、炭素繊維強化炭素複合材料（C/C複合材料）、炭素繊維強化プラスチック（CFRP）などがヒートシンク材として検討されてきた。また、これらの材料と半導体素子をエポキシなどの樹脂を用いて接合することが行われてきた。ところが、従来のヒートシンク材と半導体を樹脂で接合する場合、接着面にボイドなどが入らないように、確実に接合するためには、接着層の厚さを $30\sim 50\mu\text{m}$ 程度以上にする必要があった。この結果、熱伝導率の低い樹脂層（通常 $1\text{W}/\text{mK}$ 以下）が大きな伝熱抵抗となり、半導体の発熱をヒートシンク材に伝える阻害因子となってきた。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】従って、本発明は上記従来技術の実情に鑑みてなされたものであって、薄い接着層でありながら、ボイドなどが入らない確実な接着層を形成し得るヒートシンク材及びその接着層を形成する接着方法を提供することを、その目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、第一に、半導体用のヒートシンク材において、多孔質材料からなることを特徴とするヒートシンク材が提供される。第二に、半導体とヒートシンク材とを接着するに当たり、高分子接着剤を上記第一に記載のヒートシンク材の空孔に含浸させて、 $10\mu\text{m}$ 以下の薄い接着層を形成させることを特徴とする接着方法が提供される。

【0008】即ち、本発明のヒートシンク材は、多孔質材料からなるものとしたことから、ボイドなどが入らない確実な接着層を形成するために、樹脂を厚く接合部に塗布しても、多孔質材料の空孔に余分な接着剤を染み込ませることによって、薄い接着層を形成させることができ、その結果、厚さ方向の熱伝導率を十分高いものとすることが可能となって、半導体の発熱をヒートシンク材によって十分に放熱させることができるものとなる。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明のヒートシンク材及び該ヒートシンク材と半導体との接着方法について、詳しく説明する。本発明のヒートシンク材は、多孔質材料からなることを特徴とするし、また本発明のヒートシンク材と半導体との接着方法は、高分子接着剤を上記ヒートシンク材の空孔に含浸させて、 $10\mu\text{m}$ 以下の薄い接着層を形成させることを特徴とする。

【0010】即ち、本発明のヒートシンク材と半導体（素子又はパッケージ）とが接合された構造は、図1に示されるような積層構造となる。図1において、1はヒートシンク材、2は接着層、3は半導体（素子又はパッケージ、即ちシリコンチップ又はセラミックス封止体）

を、それぞれ示す。

【0011】本発明において、接着剤樹脂をヒートシンク材の多孔質の空孔に含浸するためには、接着剤樹脂が熱硬化性樹脂である場合、温度を上げてゆき、樹脂の粘度が低下したときに、接合面に圧力を作用させて、染み込ませることができる。この場合、温度的には、樹脂の粘度が下がる温度以上であり、且つ樹脂の硬化が始まる前の温度である必要がある（一般的なエポキシ樹脂を用いた場合、50℃以上で120℃以下）。また、圧力は多孔質の空孔の大きさと樹脂の粘度により決定されるが、一般には1MPa以上、好ましくは10MPa以上の圧力を作用させることによって良好に樹脂を空孔に均浸させることができる。温度と圧力の関係は、相互に作用するものであり、また使用する樹脂、多孔質材の空孔の大きさ、分布などにより変化するため、特に特定するものではない。

【0012】本発明の多孔質ヒートシンク材としては、カーボン材、カーボン複合材料、焼結金属などの多孔質金属材、多孔質のセラミック材などから任意に選ぶことができるが、これらの中でも厚さ方向の熱伝導率及びシリコン、アルミナ等との接着性などの点から、カーボン複合材料や焼結金属が好ましい。

【0013】特にカーボン複合材料中では、厚さ方向の熱伝導率が大いこと、並びにシリコン等の半導体やアルミナ等の封止材との接着において、接着性が良好で且つ温度変化による熱応力の発生が大いなどの点から、一方向性炭素繊維強化炭素複合材料（以降、UD C/C複合材料と記すことがある）が好ましい。このUD C/C複合材料は、例えば、一方向に配列した炭素繊維の束に、固体のピッチあるいはコークスなどの微粉体を分散したフェノール樹脂などの熱硬化性樹脂の溶液（溶媒としてフルフリルアルコールなどを用いる）を含浸した後、溶媒を乾燥除去しつつ、炭素母材前駆体が含まれ、且つ一方向に繊維が配列しているシート状物（プリプレグ）を形成し、これを一方向に多数枚積層して、加圧下に加熱して熱硬化性樹脂部分を硬化させて、その後不活性雰囲気中で高温焼成して、フェノール樹脂とピッチあるいはコークスの微粉体を炭素化するという方法によって製造されるものである。この方法によれば、再含浸、再焼成のような緻密化処理なしで、一回の焼成炭化処理にて、必要十分に緻密な母材組織が得られることが特徴である。（参照：特開平3-247563号、特開平5-51257号各公報）

【0014】上述の方法で得られたUD C/C複合材料は、その母材中に直径が1~10 μ mのような微細な気孔を有し、その大部分が表面に連通した開気孔となっているように作ることができるので、この表面にシリコン等の半導体やアルミナ等の封止材を接着する際に、接着剤の液体がこの気孔に浸入し、薄い接着層を形成し且つ強く接着されるということが容易に達成され、本発明

の接着方法に、特に好ましい材料である。更に、上述のUD C/C複合材料は、繊維の配列方向と直角方向の弾性率が5~10GPaと低いため、この方向の伸縮性があり、金属やセラミックスなどの熱膨張係数の異なる材料とこの方向で接着した場合、熱応力緩和作用が発現される。また、このような複合材料は、半導体やセラミックスと接着しても、-40~150℃のような温度範囲で、金属の平板と比べて熱応力の発生が小さい。その理由は、炭素繊維の断面方向の熱膨張係数及び母材の炭素、シリコンカーバイド、金属シリコン、あるいはガラスの熱膨張係数が4~8 $\times 10^{-6}$ /Kと、シリコンなどの半導体やアルミナなどのセラミックスのそれと比較的近いためである。

【0015】焼結金属に関しては、タングステン、モリブデンなどの高融点の金属や、金属とセラミックス粉を混合した複合材料、互いに融け合わない金属の組み合わせ等の、各種の材料が開発されている。一般に焼結された金属は、超合金などの一部を除いては全体に多くの気孔が分布している。この気孔を積極的に利用しているものには、Cu-Snすなわち青銅系の粉末を原料に用いて、その気孔に潤滑油を染み込ませた焼結含油軸受け、及び微細な気孔を利用してフィルターに使用する例などがある。本発明では、上記と同様に、焼結金属の微細な気孔を利用することにより、薄く且つ確実な接着層を成形することを見出した。半導体のヒートシンク材として、焼結合金を利用する場合は、タングステン、モリブデンなどの高熱伝導率、低熱膨張の金属や、それらに銅、銀などの高熱伝導率の金属を含浸したものなどが適している。

【0016】本発明において、ヒートシンク材と半導体（素子又はパッケージ）とを接着するに当たっては、高分子接着剤を用いる。高分子接着剤としては、一般的なエポキシ樹脂系、フェノール樹脂系あるいはこれらの混合系などの有機高分子系接着剤のほか、ポリシラザンなどの無機高分子系接着剤も使用し得る。

【0017】接着の実施に当たっては、まず半導体素子又はパッケージの一面に、上記高分子接着剤を5~70 μ mの厚さに均一に塗付し、溶剤を含む場合は乾燥した後、この塗布面に前記ヒートシンク材の片面を合わせて重ね、ホットプレスによって加圧下に50~150℃程度に加熱する。しばらくすると、高分子接着剤の粘度が低下し、該接着剤の一部が圧力によりヒートシンク材の開気孔に含浸される。その後、高分子接着剤は重合硬化され、接着が完了する。

【0018】

【作用】本発明は半導体用のヒートシンク材として多孔質のものをを用い、半導体素子又はパッケージとの接着に際して、高分子接着剤の一部をヒートシンク材の空孔に含浸させることによって、接着層の厚さが10 μ m以下の良好な接着層を形成することができる。この結果、接

着層の熱抵抗を大幅に低減することができる。また、樹脂がヒートシンク材の空孔に含浸されることにより、アンカー効果が発揮され、接着強度が向上する。

【0019】

【実施例】以下、実施例により本発明を更に詳細に説明するが、本発明の技術的範囲がこれらにより限定されるものではない。

【0020】実施例1

多孔質ヒートシンク材として、表1に示す物性を有する

UD C/C複合材料のブロック材料を用い、そのブロックをマルチワイヤーソーを用いて繊維配列方向と直角方向に切断し、サイズ25.4×25.4×1.0mm（繊維方向は1mm）の薄板に切り出した。なお、この薄板の開気孔率は20%（水銀ポロシメータで測定実施）であり、且つ平均気孔サイズは1μmであって、密度は1.75g/ccであった。

【0021】

【表1】

繊維軸方向熱伝導率	500 W/m・K
繊維直角方向熱伝導率	7 W/m・K
弾性率	7 GPa
熱膨張率	$7 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$

【0022】また、下記熱硬化性接着剤を用意した。

主剤 : エポキシ樹脂Ep-828（油化シェル社製）

硬化剤 : Diamino diphenyl Sulphone

硬化時間 : 2時間

硬化温度 : 180℃

熱伝導率 : 0.5W/mK

更に、半導体チップ（単結晶シリコン板、20×20×0.5mm）を用意した。

【0023】次に、上記の多孔質ヒートシンク材と半導体チップを、上記の接着剤で接合した。接着剤を常温で、シリコンチップの片面に50μmの厚さに均一に塗布し、その上にUD C/C複合材をのせた。接合には、熱板プレスを使用し、熱板温度を80℃にし、各材料が均一の温度になるまで5分間放置した。その後、熱板プレスをとおして接着層に10MPaの圧力をかけ、そのまま10分放置した。すると、樹脂の粘度が低下して、圧力により樹脂がUD C/C複合材料の開気孔に含浸された。180℃で2時間加熱し、樹脂が硬化してから、断面を顕微鏡観察したところ、接着層の厚さは僅かに1μmであった。樹脂層とUD C/C複合材料層を合わせた、トータルの熱伝導率は250W/mKと高い値を示し、シリコンチップの冷却には十分な放熱特性を示した。

【0024】実施例2

多孔質材として、銅の粉末冶金による焼結金属（開気孔率10%、平均気孔径10μm、熱伝導率250W/mK、サイズ25.4×25.4×1.0mm）を使用し、接着剤及び半導体チップは実施例1と同様で、接合も同様に行った。その結果、硬化後の樹脂接着層の厚さは0.5μmであった。樹脂層と焼結金属を合わせた、

トータルの熱伝導率は167W/mKと高い値を示し、シリコンチップの冷却には十分な放熱特性を示した。

【0025】比較例1

実施例1と同様の材料の組み合わせで、樹脂の硬化には熱板プレスを用いずに、オープンを使用し、圧力を作用させないで、硬化を実施した。硬化後の樹脂層の厚さは40μmと、樹脂の塗布直後とほとんど変化しなかった。樹脂層とUD C/C複合材料層を合わせた、トータルの熱伝導率は12W/mKとなり、シリコンチップの熱を放散する効果が少なく、シリコンチップの温度上昇が著しく増加した。

【0026】比較例2

実施例2の焼結金属を使用する代わりに、純銅の無垢材（熱伝導率400W/mK）を用いて実施例2と同様の方法で、樹脂の接合を行った。その結果、硬化後の樹脂層の厚さは20μmとなったが、接合の端部に押し出された樹脂が溜り、均一な綺麗な接着層を作ることはできなかった。また、樹脂層と銅板を合わせた、トータルの熱伝導率は24W/mKとなり、シリコンチップの熱を放散する効果が少なく、シリコンチップの温度上昇が著しく増加した。

【0027】

【発明の効果】本発明のヒートシンク材は、多孔質材料からなるものとしたことから、半導体とヒートシンク材を接着するに当たり、高分子接着剤の一部を本ヒートシンク材の空孔に含浸させることによって、10μm以下の薄い接着層を形成することができる。その結果、接着層の熱抵抗を大幅に低減することができ、半導体の冷却に十分な放熱特性を示すものとなる。また、高分子接着剤の一部がヒートシンク材の空孔に含浸されることにより、アンカー効果が発揮され、接着強度が向上するという効果も生じる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のヒートシンク材と半導体とが接合させた構造を示す模式断面図である。

【図2】ヒートシンク板付き半導体パッケージの模式断面図である。

【符号の説明】

1 ヒートシンク材

2 接着層

3 半導体（シリコンチップ又はセラミックス封止体）

4 ヒートシンク板

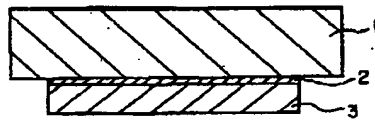
5 半導体（シリコンチップ）

6 セラミックス封止体

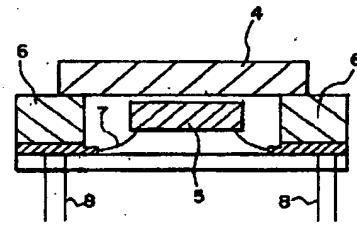
7 ボンディングワイヤー

8 端子

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 泉 孝幸

埼玉県入間郡大井町西鶴ヶ岡1丁目3番1
号 東燃株式会社総合研究所内

(72)発明者 川村 憲明

埼玉県入間郡大井町西鶴ヶ岡1丁目3番1
号 東燃株式会社総合研究所内

